

УДК 004.052.2

**Система многоэтапной комплексной оценки надёжности автоматизированных систем управления предприятиями****Кулягин В.А.,****научный руководитель докт. техн. наук Ковалев И.В.*****Сибирский федеральный университет***

Актуальность темы исследования обусловлена повсеместным развитием автоматизации производственных процессов на предприятиях. Создание на научной основе автоматизированных производств и систем управления технологическими процессами, их последовательная увязка по иерархическим уровням и интеграция в единую систему сбора и обработки данных, повышение надёжности и живучести этих систем увеличивает качество и эффективность всех звеньев производства.

Автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП) по реализации готовой продукции имеют ряд специфических особенностей, отличающих их от других классов АСУ. Наличие большого количества разнородных элементов (техники, программ, информации, персонала) предопределяет возникновение следующей исследовательской проблемы: разработки специальных приемов и методов обеспечения надёжности с учетом специфических особенностей соответствующих компонентов системы. Также необходимо учитывать, что для подобного типа систем отказ какой-либо отдельной функции не приводит к отказу всей системы, а лишь уменьшает эффективность ее функционирования. Сложный жизненный цикл таких систем, включающий стадию создания и циклически выполняемые для отдельных функций систем стадии функционирования и модернизации, предполагает необходимость управления адаптивностью систем как неотъемлемой частью их надёжности. Ещё одной особенностью таких систем является единство процессов тестирования и разработки программных компонент АСУП. Таким образом, создание адекватных и эффективных моделей и методов оценки надёжности, учитывающих эти особенности, является актуальной проблемой.

Если рассмотреть ранее проведенные исследования по данной теме, то автор пособия «Надёжность аппаратно-программных комплексов» Г.Н. Черкесов дает систематическое изложение аналитических *методов* оценки надёжности аппаратно-программных комплексов АСУП и практических методов обеспечения надёжности. Автор многих научных трудов по надёжности, Е.А. Леонтьев раскрывает вопросы оценки надёжности составляющих компонент АСУП: технической, программной, информационной, эргономической и адаптивной. Существуют ряд работ других авторов по данной тематике. Однако системы комплексной оценки надёжности, которая бы охватывала все этапы жизненного цикла АСУП РПП, предложено не было. На практике оценка надёжности АСУП РПП как правило также не выполняется.

**Целью работы** является повышение надёжности автоматизированных систем управления средними и мелкими предприятиями по реализации готовой продукции.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

-Анализ существующих методик, моделей и алгоритмов оценки надёжности технических и программных средств.

-Создание модели многоэтапной комплексной оценки надёжности автоматизированных систем управления предприятием реализации готовой продукции.

-Разработка алгоритма.

-Разработка и реализация программной системы инструментальной поддержки оценки надёжности автоматизированных систем управления предприятием реализации готовой продукции.

-Апробация программной системы на предприятии в г. Красноярск.

### **В результате:**

-Создана математическая модель, имеющая следующие особенности:

- 1) Модель реализована на базе стационарного пуассоновского потока требований с марковскими вставками.
- 2) Комплексность – оценка надёжности в соответствии с моделью выполняется с учётом разнородности составляющих компонентов объекта исследования: программных, технических средств, информационного, эргономического обеспечения.
- 3) Многоэтапность - модель охватывает этапы жизненного цикла автоматизированной системы управления предприятием реализации готовой продукции, начиная с этапа проектирования и заканчивая этапом сопровождения.
- 4) Единообразие показателей –одинаковые показатели на всех этапах жизненного цикла АСУП.

-Разработан алгоритм, отличающийся следующими особенностями:

- 1) Многоэтапность – алгоритм охватывает все этапы жизненного цикла АСУП.
  - 2) Объект исследования является новым для задач по оценке надёжности.
- Разработана программная система многоэтапной комплексной оценки надежности автоматизированных систем управления предприятием реализации готовой продукции.

### **Реализация результатов работы:**

- Разработанная программная система многоэтапной оценки надёжности была успешно применена в проекте разработки и внедрения автоматизированной системы управления предприятием по реализации готовой продукции г. Красноярск на базе 1С: Предприятие 8. Получена экспертная оценка экономического эффекта от использования программной системы в размере 600 тыс. руб.

- Материалы диссертационной работы введены в учебные курсы и используются при чтении лекций и проведении лабораторных работ для студентов направлений 220100.62, 220100.68 Сибирского федерального университета.

### **Рассмотрим основные понятия.**

Автоматизированная система управления предприятием (АСУП)— комплекс программных, технических, информационных, лингвистических, организационно-технологических средств и действий квалифицированного персонала, предназначенный для решения задач планирования и управления различными видами деятельности предприятия - является классом автоматизированных систем управления (АСУ). Структура автоматизированной системы управления предприятием (АСУП) проектируется в соответствии с общей структурной схемой управления предприятием.

Надёжность АСУП - есть свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность системы выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации. Отказ АСУП – отклонение выхода АСУП от ожидаемого при выполнении её функций. Для количественного определения, в какой степени конкретной системе присущи определенные свойства, обуславливающие её надёжность, существуют показатели надёжности АСУП.

На основании методов и положений теории надёжности была разработана **математическая модель** комплексной оценки надёжности АСУП реализации готовой. Основные показатели, используемые в модели: вероятность безотказной работы АСУП  $R_{АСУП}$  за рабочее время  $t$  и коэффициент готовности АСУП.

На этапе **предпроектного обследования** необходимо выполнить сбор данных о режимах и условиях работы объекта управления, определить виды и критерии отказов, определить предельные значения показателей надёжности. На этапе **проектирования** основными методами расчета показателей надёжности АСУП являются структурные, основанные на представлении объекта в виде логической (структурно-функциональной) схемы. В качестве исходных данных используется информация о надёжности элементов, их структурных и функциональных связях и особенностях режимов эксплуатации

элементов, подсистем и системы в целом. На стадии **тестирования и разработки компонент** параметры надежности уточняются на основе статистики отказов разработанных программных компонент. На этапе **ввода в эксплуатацию** для расчета надежности АСУП используется статистика об отказах всех компонент АСУП. На этапе **сопровождения** после обновления компонент АСУП показатели надежности заново пересчитываются.

Для помощи специалисту, исследователю в оценке надежности на различных этапах жизненного цикла АСУП реализации готовой продукции разработана **программная система** «Оценка надежности АСУП». С помощью программной системы на этапах жизненного цикла АСУП реализации готовой продукции вычисляются значения показателей надежности, на этапе ввода в эксплуатацию рассчитывается адекватность модели.

Далее была выполнена оценка надежности АСУП на конкретном предприятии в г. Красноярск. На *предпроектной стадии* определены требования к разрабатываемой АСУП. Требовалось автоматизировать бизнес-процессы предприятия на 4-х складах и в 3-х офисах предприятия по реализации готовой продукции г. Красноярск. Допустимое значение коэффициента готовности АСУП РГП установлено в 0,95.

На *стадии проектирования* выполнена оптимизация предложенной архитектуры АСУП, используя критерии функциональности, надежности и затрат. Выполнен расчет показателей надежности. Значение коэффициента готовности находится в пределах допустимых значений.

На *стадии разработки и тестирования компонент* на основании статистики испытаний и отказов тестируемых программных компонент выполнен расчёт показателей надежности: вероятность безотказной работы программных компонент АСУП, вероятность безотказной работы  $R_{АСУПt=1ч} = 0,6268$ , коэффициент готовности  $S_{АСУП} = 0,9626$ .

На *стадии ввода в эксплуатацию* программная система "Оценка надежности АСУП" выдала значения выходных показателей: вероятность безотказной работы  $R_{АСУПt=1ч} = 0,6337$ , коэффициент готовности  $S_{АСУП} = 0,96347$ .

На *стадии сопровождения* наблюдения за поведением АСУП свидетельствуют о том, что количество отказов сильно уменьшилось по сравнению с этапом ввода в эксплуатацию, что подтверждает теорию о том, что в процессе сопровождения показатели надежности повышаются вследствие приработки системы (исправления ошибок, внесенных на более ранних этапах).

Результаты анализа и полученные выводы согласуются с диаграммами, представленными ниже. Мы видим, что большую часть отказов составляют отказы в ПО, далее по убывающей идут отказы в данных (ИО), персонала (ЭО) и АО. Низкие показатели безотказности объясняются большим количеством незначительных отказов (в системе нет разделения по критичности отказов, все отказы являются равнозначными).

Допустимое значение коэффициента готовности для АСУ производственного типа обычно составляет 0,98, а в нашем исследовании получились значения  $S_{АСУП}$  приближающиеся к 0,98, что является приемлемым для рассматриваемого класса систем.

Проведённое исследование имеет существенное значение для отрасли автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, закладывая теоретическую основу для создания АСУП по реализации готовой продукции с более высокими характеристиками надежности, чем существующие в настоящее время.